

JANSEN DE MELO BASTOS XAVIER

**ESTUDO DE APLICAÇÃO DO GÁS NATURAL EM INDUSTRIA DE
REFRIGERANTE COCA-COLA NA FÁBRICA DE CURITIBA**

Monografia apresentada ao
Departamento de Contabilidade, do Setor de
Ciências Sociais Aplicadas da UFPr, como
requisito para a obtenção do título de
especialista em Gestão de Negócios-2007.
Prof. Orientador Dr. Vicente Pacheco

**CURITIBA
2008**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família e aos colegas de trabalho, os quais contribuíram com paciência e compreensão nas horas dedicadas ao desenvolvimento deste projeto.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de estar inserido no contexto deste trabalho.

Agradeço aos professores da Universidade Federal do Paraná pelo empenho e dedicação a nós alunos.

Agradeço aos colegas de trabalho pela dedicação de tempo no auxílio a pontos específicos deste projeto.

Ao professor orientador Vicente Pacheco pelo incentivo no desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas da turma pelo bom humor, companheirismo e paciência.

À minha família pela paciência e incentivo dispensados ao longo de meses no desenvolvimento deste trabalho

PENSAMENTO

“A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

RESUMO

XAVIER, Jansen. Estudo De Aplicação Do Gás Natural Em Industria De Refrigerante Coca-Cola Na Fábrica De Curitiba. Estudos técnicos têm demonstrado que muitas vezes as indústrias não obtêm lucros maiores devido à operação de sistemas energéticos sobrecarregados e ineficientes. É neste contexto que a cogeração de energia se apresenta como uma solução que pode ser mais econômica no mercado para reverter este quadro, pois é cada vez mais importante a otimização e o gerenciamento da energia no processo produtivo, a fim de facilitar a manutenção e operação de plantas, trazendo ganhos de produtividade. O objetivo deste projeto é promover o desempenho ótimo do processo produtivo da fábrica Coca-Cola de Curitiba, melhorando a utilização de insumos, com a conservação e aumento de eficiência energética, implantando na companhia um sistema de cogeração de energia. Trata-se aqui de aplicar uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada ao processo produtivo, a fim de aumentar a eficiência no uso da energia, o que faz parte da chamada "Produção mais Limpa". Ao partirmos para a implantação de um sistema de cogeração de energias, estaremos colocando a Spaipa em direção ao desenvolvimento econômico sustentado e competitivo, não apenas para ela, mas para toda a região que a abrange, e com isto estaremos assumindo nosso papel de indústria sustentável no Brasil. Neste intuito, este estudo visa analisar a viabilidade de implantação de um sistema de cogeração a partir do gás natural para gerar energia elétrica e térmica, diminuindo o consumo e dependência da energia elétrica da concessionária. Assim como eliminar o uso de óleo BPF utilizado nas caldeiras, buscando redução dos custos de produção do produto acabado. Os resultados esperados são: reduzir os gastos da empresa com o consumo de energia elétrica, diminuir a dependência da empresa em relação às concessionárias de energia, buscar a eficiência energética para reduzir custos, eliminar o uso do óleo BPF através do uso do gás natural, diminuir a poluição ambiental. A seleção, avaliação e eventual implementação de uma instalação de cogeração são tarefas complexas, que pressupõem um conhecimento detalhado das demandas de calor e eletricidade, e seus respectivos custos. Cada instalação terá mais de uma solução, todas exigindo estudos minuciosos dos aspectos técnicos e econômicos para que a melhor dentre elas seja selecionada. Este trabalho se propõe a avaliar a instalação de uma planta de cogeração para a Fábrica de Curitiba, abordando apenas aspectos de maior relevância para o estudo de viabilidade técnica e econômica de um possível empreendimento.

Palavras-chave: Cogeração; Gás Natural; Energia Elétrica; Energia Térmica.

Índice

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vii
LISTA DE GRÁFICOS.....	vii
LISTA DE ANEXOS	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 <i>A crise ambiental</i>	<i>4</i>
2.2 <i>Cenário Brasileiro de Geração de energia</i>	<i>7</i>
2.3 <i>Razões para fomentar a Cogeração</i>	<i>12</i>
2.4 <i>O Gás Natural.....</i>	<i>13</i>
2.5 <i>Gasoduto Brasil-Bolivia</i>	<i>19</i>
3. METODOLOGIA.....	20
3.1 <i>Considerações Gerais.....</i>	<i>20</i>
3.2 <i>Definição do local.....</i>	<i>21</i>
3.3 <i>Levantamento de dados</i>	<i>21</i>
3.4 <i>Estudo e definição da solução</i>	<i>22</i>
3.5 <i>Descrição da Central de Cogeração com Motor a Gás Natural e Caldeira de Recuperação.</i>	<i>22</i>
3.6 <i>Memorial de Calculo</i>	<i>28</i>
3.7 <i>Avaliação de custos provenientes da Central de Cogeração</i>	<i>28</i>
3.8 <i>Avaliação das receitas provenientes da central de cogeração.....</i>	<i>28</i>
3.9 <i>Investimentos</i>	<i>28</i>
3.10 <i>Estudo de viabilidade econômica</i>	<i>29</i>
3.11 <i>Resultados</i>	<i>31</i>
4. CONCLUSÃO	32
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Relação entre os principais componentes da Crise Ambiental.....04

Figura 2 Representação esquemática da eficiência de um gerador termelétrico.....11

Figura 3 Representação esquemática da eficiência de um sistema de cogeração..11

Figura 4 Desenho Esquemático do Sistema de Cogeração.....27

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico1 . Montante gasto com óleo BPF ao longo dos anos.....21

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Estudo Spaipa Cogeração.....35

Anexo 2 Viabilidade Cogeração Spaipa.....36

1. INTRODUÇÃO

Desde o advento da Revolução Industrial até os dias de hoje, as atividades industriais vêm promovendo mudanças irreversíveis no meio ambiente. Pesquisas recentes indicam que os efeitos globais tais como o efeito estufa e a redução da camada de ozônio, que embora ainda não sejam totalmente conhecidos, podem trazer conseqüências que afetarão o clima e o equilíbrio global do planeta caso o homem persista em fixar seus objetivos somente nos rendimentos econômicos em detrimento dos recursos naturais. Estes efeitos globais têm contribuído para a sensibilização da sociedade sobre as questões ambientais, recebendo destaque na mídia, na agenda de políticos e de organizações ambientalistas não governamentais em todo o planeta, resultando em alguns países em leis ambientais cada vez mais severas e em medidas mais eficazes dos líderes governamentais e empresariais daqueles países a serem adotadas nos processos de decisão de suas empresas, em favor da proteção do meio ambiente.

O Brasil, que possui um vasto patrimônio ecológico e de fundamental importância no equilíbrio do ecossistema do planeta, vem aprimorando todos os seus dispositivos e instrumentos legais que tratam da questão ambiental, disciplinando o uso de seus recursos naturais e procurando harmonizar as atividades econômicas com os interesses sociais e de qualidade de vida.

É neste contexto e a exemplo de outras indústrias que estou apresentando a proposta de viabilidade para se instalar na fábrica da Coca-Cola de Curitiba uma unidade de cogeração para a produção combinada de energia elétrica e térmica.

Este sistema integrará as utilidades fundamentais no processo produtivo, tais como: energia elétrica, frio, vapor e água quente, utilizando como combustível o Gás Natural.

Também estou considerando, que o gás natural é um combustível nobre e não renovável, logo, será necessário investigar a forma mais eficiente possível para não haver desperdício e, que, a cogeração representa uma das formas mais eficientes para o uso do gás natural por permitir que as indústrias que o utilizam em suas linhas de produção para geração de energia térmica podem, também, produzir, concomitantemente, eletricidade, gerando uma forma extremamente eficaz, econômica e mais limpa para a produção de ambas as energias.

Sendo assim, este estudo visa analisar a viabilidade de implantação de um sistema de cogeração a partir do gás natural para gerar energia elétrica e térmica, diminuindo o consumo e dependência da energia elétrica da concessionária; eliminar o uso de óleo BPF utilizado nas caldeiras, buscando redução dos custos de produção do produto acabado.

Com a utilização de pesquisas na literatura de referência, consultas a fornecedores credenciados, visitas e entrevistas junto às empresas que já utilizam o sistema, a metodologia proposta para a execução desse trabalho deverá indicar uma alternativa para a implementação do projeto de cogeração para a Fábrica de Curitiba, uma vez que cada projeto de cogeração é diferente dos demais e envolve uma sequência de passos até que fique assegurada sua viabilidade e a escolha da melhor solução. Dentre eles, destacamos os seguintes: Estabelecimento das demandas de calor, de resfriamento e de vapor. Análise do perfil da demanda de calor e a escolha do tipo e tamanho da instalação de cogeração. Escolha do combustível, com base em fatores locais e econômicos.

Estudo de viabilidade preliminar, considerando as conexões à infra-estrutura e as condições de arranjo local. Escolha do acionador principal e diagrama de ciclo. Estabelecimento do esquema básico e do modelo operacional. Avaliação econômica do esquema básico e suas opções. Seleção do melhor esquema e análise de riscos. Identificação das vantagens ambientais e seus incentivos. Estudo dos possíveis financiamentos, especialmente a juros subsidiados. Tomada de decisão de executar a instalação. Contratação de empresa de propósito específica, se necessário. Implementação do projeto.

A consideração destes fatores mostrará que não há solução universal ou mesmo conjunto de regras para determinar a viabilidade do projeto e sua melhor solução técnica. Cada projeto de cogeração tem certo número de soluções, e só um estudo acurado poderá determinar a melhor delas. Entretanto, sempre haverá uma solução mais favorável financeiramente.

Efetivamente os resultados esperados com a implementação do projeto são:

- Reduzir os gastos da empresa com o consumo de energia elétrica,
- Diminuir a dependência da empresa em relação às concessionárias de energia,
- Buscar a eficiência energética para reduzir custos,
- Eliminar o uso do óleo BPF através do uso do gás natural,
- Diminuir a poluição ambiental

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A crise ambiental

Este tópico visa apresentar fundamentação para a preocupação ambiental que assola a humanidade e que leva as empresas à reflexão, revisão e busca de alternativas sustentáveis para os métodos produtivos e de fontes de energia utilizadas atualmente para a obtenção de seus produtos.

Segundo Braga (2002), os três principais componentes da crise ambiental enfrentada pela humanidade são: a população, os recursos naturais e a poluição.

A Figura 1 representa esta relação entre os principais componentes da crise ambiental e que do equilíbrio entre estes três elementos – população, recursos naturais e poluição, dependerão o nível de qualidade de vida no planeta e o desenvolvimento sustentável que atenderá às necessidades da geração atual, sem comprometer o direito das futuras gerações atenderem a suas próprias necessidades.

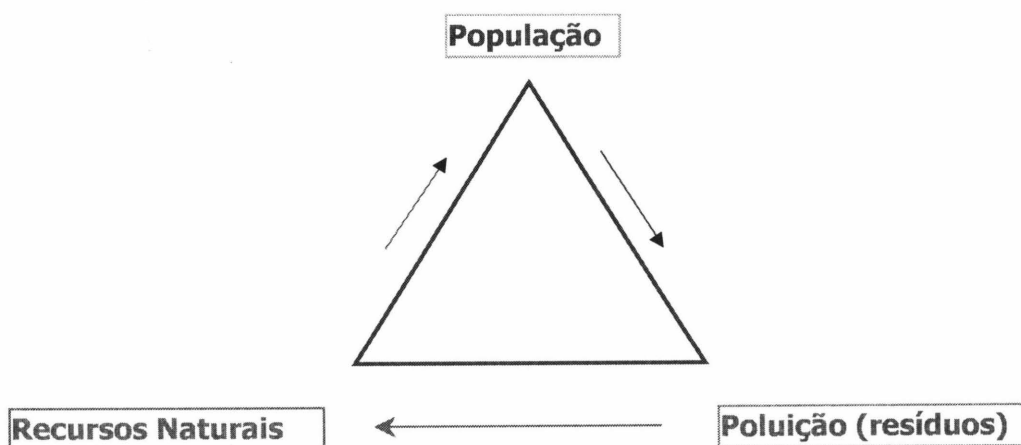


Figura 1. Relação entre os principais componentes da Crise Ambiental
Fonte: O Autor

2.1.1 O crescimento da população mundial

Dados da ONU (2005) demonstram que em 1950 a população mundial era de 2,5 bilhões, sendo que a China e a Índia, já naquela época, destacavam-se como os países mais populosos e cerca de 1/3 da população viviam em regiões mais desenvolvidas como a Europa e América do Norte. Em 2005, a população mundial cresceu para 6,5 bilhões e grande parte deste crescimento ocorreu na Ásia e África, enquanto que na Europa cresceu apenas moderadamente o que significa que nas regiões menos desenvolvidas fica o lar de 3/4 da população mundial.

Dados da ONU indicam uma expectativa de crescimento da população mundial de cerca de 2,6 bilhões nos próximos 45 anos, isto é, de 6,5 bilhões hoje para 9,1 bilhões em 2050, sendo que quase todo este crescimento ocorrerá nas regiões menos desenvolvidas, isto é, onde hoje há uma população de 5,3 bilhões a expectativa é de 7,9 bilhões em 2050. Em contraste, a população das regiões mais desenvolvidas permanecerá, quando muito, inalterável em 1,2 bilhões (ONU, 2004).

2.1.3 Poluição

Braga (2002) completa o terceiro vértice do triângulo da figura 1, definindo poluição como "resultado da utilização dos recursos naturais pela população que provoca uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera, litosfera ou hidrosfera que cause ou possa causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos e outras espécies ou ainda deteriorar materiais e que está associada às alterações indesejáveis provocadas pelas atividades e intervenções humanas no ambiente".

2.1.2 Recursos naturais

Braga (2002), define recurso natural como "qualquer insumo de que os organismos, populações e ecossistemas necessitam para sua manutenção" e relaciona recurso natural com tecnologia, economia e meio ambiente, concluindo que algo se torna recurso natural caso sua exploração seja economicamente viável, e os processos tecnológicos aplicados para sua exploração, processamento e utilização não causarem danos ao meio ambiente.

As fontes renováveis podem ser utilizadas para gerar eletricidade, para gerar calor ou para produzir combustíveis líquidos para o setor de transportes.

Atualmente é imprescindível que estejam inseridas nas políticas energéticas dos países, já que exercem um papel importante para a sustentabilidade do sistema energético.

Recursos naturais renováveis: são aqueles que potencialmente podem durar indefinidamente sem reduzir a oferta disponível, porque são substituídos por processos naturais (Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais, 1998).

Ex.: água, biomassa, o ar, a energia eólica.

Recursos naturais não-renováveis: são recursos que existem em quantidades fixas em vários lugares da crosta da Terra e têm potencial para renovação apenas por processos geológicos, físicos e químicos que ocorrem em centenas de milhões de anos, isto é, não ocorrem na estrutura de tempo da civilização corrente (Dicionário de Ecologia e Ciências Ambientais, 1998).

Ex.: carvão, petróleo

2.2 Cenário Brasileiro de Geração de energia

2.2.1 Matriz Energética Brasileira - 2005

A matriz energética brasileira foi montada com base na geração de eletricidade a partir de fontes hídricas e de combustíveis fósseis para a produção de energia. A necessidade crescente do uso múltiplo da água, sua relativa escassez, os impactos ambientais decorrentes das grandes barragens e as futuras demandas de energia, no entanto, apontam para a busca de fontes alternativas complementares.

O gás natural é um insumo para a produção de energia de múltiplos usos. Apresenta-se como alternativa promissora e já concreta, pois é utilizado para produzir energia elétrica em cogeração, produção de energia térmica (frio ou calor), aplicação na indústria, comércio, setor de serviços, residências e veículos automotores.

Segundo resultados preliminares do Balanço Energético Nacional 2007 – ano base 2006 - o gás natural é o energético que vem apresentando as maiores taxas de crescimento na matriz energética, tendo mais que dobrado a sua participação na oferta interna de energia no Brasil nos últimos anos, passando de 3,7% (1998) para 9,5% (2006). O gás natural já responde por 10,5% da oferta interna de energia não renovável.

Referências e Fatores de Conversão

A contabilização das diferentes formas de energia, com as suas diferentes unidades comerciais, e sua consolidação no Balanço Energético se viabilizam por meio da utilização de fatores de conversão. Esses fatores levam em consideração o conteúdo energético de cada fonte, tendo como referência a capacidade de

liberação de calor, em calorias, de cada combustível, quando da sua combustão completa (conceito de poder calorífico).

Quando se quer a contabilização da energia em toneladas equivalentes de petróleo (tep), calculam-se os fatores de conversão pela relação entre o poder calorífico de cada fonte e o poder calorífico do petróleo adotado como referência. Os quantitativos em unidades comerciais são convertidos em tep quando multiplicados por esses fatores. A adoção de um petróleo de referência significa, na prática de elaboração do balanço energético, o valor para o poder calorífico inferior do petróleo consequentemente, o valor da tep como referência para todas as fontes, possibilitando a consolidação das fontes.

O petróleo de referência adotado no Balanço Energético Nacional tem 10.000 kcal/kg e são assumidos os poderes caloríficos inferiores para as demais fontes de energia.

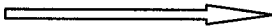

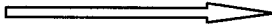
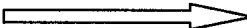
O critério utilizado para a conversão da energia elétrica e da geração hidráulica para contabilização em tep é a base teórica do primeiro princípio da termodinâmica, pelo que $1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$.

Esses critérios são aderentes com os critérios internacionais, especialmente os da Energy International Agency (Agência Internacional de Energia), World Energy Council (Conselho Mundial de Energia), da Organização Latino-Americana de Energia e do U.S. Department of Energy (DOE).

Fonte: [http://ben.epe.gov.br/downloads/Resultados Pre BEN 2007.pdf](http://ben.epe.gov.br/downloads/Resultados_Pre_BEN_2007.pdf)

2.2.2 Brasil – Cenário Atual / Futuro

Considerando capacidade instalada de energia: 90.733 MW (dados Nov 2005) e considerando para os próximos 10 anos (até 2015) os seguintes níveis de crescimento:

Economia		3% ao ano		34% em 10 anos
Energia		5% ao ano		63% em 10 anos

Será necessário um adicional de 57.000 MW de energia gerada em 10 anos.

E para este adicional, vou abordar algumas opções de geração de energia conforme abaixo:

2.2.2.1 Geração Centralizada

Considerações:

Há que se levar os seguintes pontos em consideração: Grande impacto ambiental local (área inundada / emissões). Necessidade de linhas de transmissão e distribuição. Vantajosa no ponto de vista econômico (operação). Vulnerabilidade em períodos de estiagem. Escassez de grandes potenciais ainda não explorados. Para grandes centrais, o investimento é de cerca de R\$6.000,00/kW instalado (50% na geração e 50% na transmissão e distribuição). Baseada em Grandes Centrais de Geração:

Centrais Hidrelétricas

Centrais Termelétricas

- Carvão mineral
- Gás natural
- Óleo diesel
- Óleo combustível

Centrais Nucleares

2.2.2.2 Geração Distribuída e Cogeração

- **Geração Distribuída:** é a geração de eletricidade realizada através de sistemas de pequeno porte (< 30 MW), localizados próximos ao local de consumo ou aos centros de carga.

Tipos de Geração Distribuída

Pequena Central Hidrelétrica, Geração Eólica, Geração Solar, Termelétrica com combustíveis fósseis, Geração, Cogeração, Termelétrica com biomassa, Cogeração,

Vantagens Geração Distribuída

A geração distribuída evita ou posterga custos em sistemas de transmissão e de distribuição, O custo de implantação de uma Pequena Central Térmica a Biomassa de Geração/Cogeração (até 30 MW), Pequena Central Hidroelétrica (até 30 MW), Central de Cogeração com Gás Natural é, em média, de R\$ 3.500,00/kW.

- **Cogeração:** é a geração simultânea de energia térmica e eletro-mecânica a partir de uma mesma fonte primária de energia (um ou mais combustíveis).

ENTENDENDO O QUE É COGERAÇÃO

Por mais eficiente que seja um gerador termelétrico, a maior parte da energia contida no combustível usado para seu acionamento é transformada em calor e perdida para o meio-ambiente.

Trata-se de uma limitação física que independe do tipo de combustível (diesel, gás natural, carvão, etc.) ou do motor (a explosão, turbina a gás ou a vapor etc.). Por esta razão, no máximo 40% da energia do combustível do diesel usado em um gerador podem ser transformados em energia elétrica.

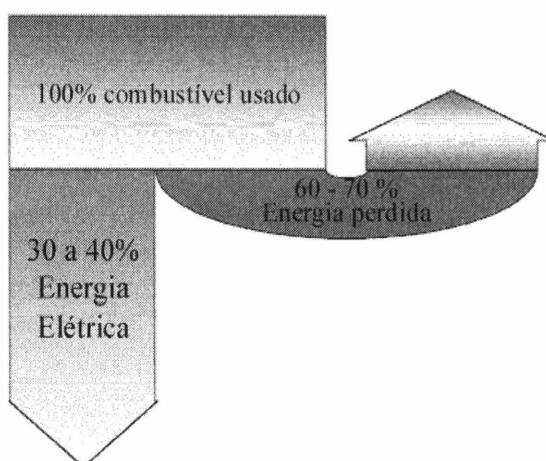


Figura 2. Representação esquemática da eficiência de um gerador termelétrico

Fonte: Koblitz Sistemas de Energia

Como muitas indústrias e prédios comerciais necessitam de calor (vapor ou água quente), foi desenvolvida uma tecnologia denominada cogeração, em que o calor produzido na geração elétrica é usado no processo produtivo sob a forma de vapor.

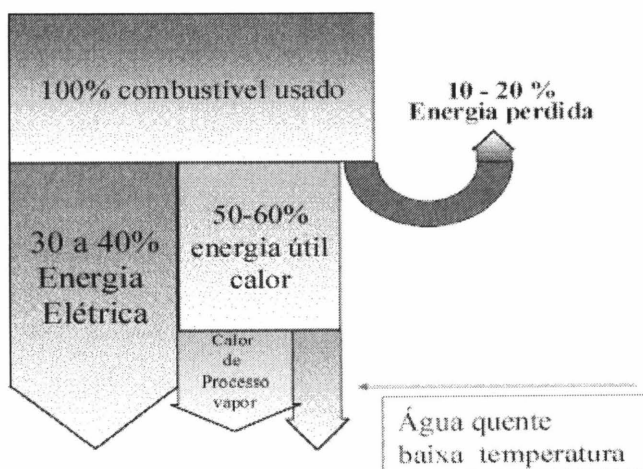


Figura 3 - Representação esquemática da eficiência de um sistema de cogeração

Fonte: Koblitz Sistemas de Energia

A vantagem desta solução é que o consumidor economiza o combustível que necessitaria para produzir o calor do processo. A eficiência energética é desta forma, bem mais elevada, por tornar útil até 85% da energia do combustível.

O inconveniente da cogeração é que o calor só pode ser usado perto do equipamento, o que limita estas instalações a unidades relativamente pequenas se comparadas com os geradores das concessionárias.

Nos últimos quinze anos, porém, um novo modelo do setor elétrico voltou a estimular a produção elétrica local que fosse mais eficiente e de baixo custo, levando ao aperfeiçoamento da tecnologia da cogeração, inclusive para pequeno porte.

A necessidade de reduzir emissões de CO₂ também incentivou a adoção deste processo eficiente. Hoje, na Holanda e na Finlândia, a cogeração já representa mais de 40% da potência instalada.

Fonte: www.inee.org.br/forum_cogeracao.asp

2.3 Razões para fomentar a Cogeração

2.3.1 Eficiência energética

Alta eficiência >> menor consumo de combustível >> menor emissão de poluentes >> instalação no ponto de consumo >> evita investimentos na transmissão >> reduz perdas

2.3.2 Estratégia

Melhorar condições de abastecimento de energia com diversificação das fontes de energia >> buscar auto-suficiência energética >> reduzir vulnerabilidade à riscos operacionais, hidrológicos >> afastar memória do racionamento

2.3.3 Competitividade

Novos agentes “outsourcing” > aumento da competitividade >> diversificação de fornecedores e de tecnologias

2.3.4 Desenvolvimento sustentável

Utiliza energias regionais renováveis (biomassa da cana) e gás natural disponível no território nacional e importado >> agenda político-empresarial

2.3.5 Minimização da emissão de gases causadores do efeito estufa

As emissões devido à queima de combustíveis fósseis, como é o caso do carvão mineral, do petróleo e também do gás natural, devolvem à atmosfera do planeta carbono armazenado há milhões de anos, que não estavam mais sendo reciclados e que assim ficam na atmosfera causando distúrbios globais, como o aquecimento da atmosfera, mais conhecido como efeito estufa. Entretanto, esta emissão é menor ao se utilizar um sistema de cogeração com gás natural, uma vez que sua queima produz baixa emissão de poluentes, graças a uma combustão mais limpa e eficiente.

2.4 O Gás Natural

Definição

O gás natural é um combustível fóssil encontrado em rochas porosas no subsolo, podendo estar associado ou não ao petróleo. Sua formação resulta do acúmulo de energia solar sobre matérias orgânicas soterradas em grandes profundidades, do tempo pré-histórico, devido ao processo de acomodação da crosta terrestre. É definido como uma mistura de hidrocarbonetos (contém somente hidrogênio e carbono) parafínicos leves, contendo predominantemente metano, etano, propano e outros componentes de maior peso molecular (podendo chegar à faixa do C 12+, dependendo da sua origem), que à temperatura ambiente e pressão atmosférica permanece no estado gasoso. Apresenta normalmente baixos teores de contaminantes tais como nitrogênio, dióxido de carbono, água e compostos sulfurados, com raras ocorrências de gases nobres (hélio e argônio). Frequentemente acompanhado por petróleo, quando é então chamado de gás associado e neste caso quando, na jazida, há maior

presença de petróleo do que de gás, a produção de gás é determinada diretamente pela produção do óleo. O Gás é classificado como não associado (GNA) quando há predominância de gás.

As maiores ocorrências de gás natural no mundo são de GNA, que é mais viável do ponto de vista econômico, devido ao grande acúmulo de propano e de hidrocarbonetos mais pesados.

Características

Geralmente apresenta baixos teores de contaminantes como o nitrogênio, dióxido de carbono, água e compostos de enxofre. O gás natural permanece no estado gasoso, sob pressão atmosférica e temperatura ambiente. Mais leve que o ar, o gás natural dissipa-se facilmente na atmosfera em caso de vazamento. Para que se inflame, é preciso que seja submetido a uma temperatura superior a 620°C. A título de comparação, vale lembrar que o álcool se inflama a 200°C e a gasolina a 300°C. Além disso, é incolor e inodoro, queimando com uma chama quase imperceptível. Por questões de segurança, o GN comercializado é odorizado com enxofre.

Composição

É composto por gases inorgânicos e hidrocarbonetos saturados, predominando o metano e, em menores quantidades o propano e o butano, entre outros.

2.4.1 Gás Natural – Aplicações

O gás natural pode ser utilizado como combustível nos mercados industrial, comercial, residencial e automotivo, substituindo o óleo diesel, gasolina e álcool, ou no processo de cogeração de energia elétrica. A aplicação do produto é possível em vários segmentos, atendendo às determinações ambientais e contribuindo de forma eficaz e eficiente no controle dos processos, segurança e qualidade.

Dessa forma, o gás natural participa direta ou indiretamente da vida de toda a população e está se tornando uma das melhores alternativas energéticas no Brasil.

2.4.2 Gás Natural – Reservas

O Brasil, principalmente no litoral, é rico em gás natural, o que garantirá o abastecimento ainda por muito tempo. Contando as reservas mundiais descobertas até hoje, o petróleo duraria 41 anos e o gás, mais de 63 anos. Essa perspectiva de escassez em longo prazo do Gás Natural é um dos atrativos deste produto.

No Brasil, as reservas provadas são da ordem de 228,7 bilhões de metros cúbicos, nas quais se destacam os estados do Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte e Amazonas. Porém a maior parte do gás existente no País (80%) está associada a jazidas de petróleo, limitando sua extração. A bacia de Campos (SP), descoberta recentemente, também é mais uma grande reserva nacional.

No Nordeste, este volume supera os 55 bilhões de metros cúbicos, equivalendo a 1/3 das reservas nacionais. Para o fornecimento, uma rede de gasodutos está distribuída em todo o País. Em Pernambuco, a Copergás utiliza a ramificação do Gasoduto do Nordeste, conhecido como "Nordestão" .

O "Nordestão" atravessa os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, partindo da Unidade de Processamento de Gás Natural, localizada em Guamaré (RN), até o Cabo de Santo Agostinho (PE), com várias ramificações por todo o trajeto. É este gasoduto o principal responsável pelo abastecimento de Gás Natural na Região.

2.4.3 Gás Natural - Transporte

O transporte do gás natural pode ser feito, desde a zona de produção até a região de consumo, de duas formas, dependendo do seu estado físico.

No estado gasoso, é realizado por meio de dutos ou, em casos muito específicos, em cilindros de alta pressão (como GNC - Gás Natural Comprimido).

No estado líquido (como GNL - Gás Natural Liquefeito), pode ser transportado por meio de navios, barcaças e caminhões criogênicos, a -160°C , e seu volume é reduzido em cerca de 600 vezes, facilitando o armazenamento. Nesse caso, o produto é armazenado em tanques especiais até ser regaseificado e distribuído através de gasodutos. Estes locais são conhecidos como Terminais de Regaseificação

Entre essas alternativas, os gasodutos são os mais utilizados no Brasil e no mundo para transporte. Nos Estados Unidos, por exemplo, existem cerca de 500 mil km de dutos, atendendo um total de 50 milhões de usuários. No entanto, nos últimos anos, o desenvolvimento da tecnologia para transformar o Gás Natural em combustível líquido (liquefação) obteve grande progresso.

2.4.4 Algumas Vantagens do Gás Natural

Como combustível possui qualidades excepcionais por ser pouco poluente e por apresentar boas condições de controlabilidade.

Embora o gás natural seja altamente competitivo em relação a quase todos os combustíveis, é na Indústria Petroquímica que ele encontra sua mais nobre aplicação, pelo fato de ser um insumo altamente qualificado para uso como matéria prima tendo em vista a sua pureza e as suas características químicas, sendo utilizado na produção de uma série de compostos que propiciam a fabricação de bens duráveis de larga utilização na vida moderna.

Vantagens ambientais de segurança

- Baixíssima presença de contaminantes;
- Combustão mais limpa;
- Não emissão de particulares (cinzas);
- Não exige tratamento dos gases de combustão;
- Rápida dispersão de vazamentos;
- Emprego em veículos automotivos diminuindo a poluição urbana

Vantagens diretas para o usuário

- Fácil adaptação das instalações existentes;
- Menor investimento em armazenamento/uso de espaço;
- Baixa corrosão dos equipamentos e menor custo de manutenção;
- Menor custo de manuseio de combustível;
- Baixo custo das instalações;
- Combustão facilmente regulável;
- Elevado rendimento energético;

Admite grande variação do fluxo;
Pagamento após o consumo;
Menores prêmios de seguro;
Custo bastante competitivo com alternativas.

Benefícios do uso do gás natural nas indústrias

Não exige gasto de energia com o pré-aquecimento para queima;
Elimina o custo financeiro de estocagem;
Reduz o seguro por não estocar combustível inflamável;
Diminui os custos de operação e manutenção;
Retarda os investimentos em troca de equipamentos;
É pago após a utilização;
Possibilita a utilização de rede existente;
Evita impurezas e depósito de compostos contaminantes;
Alcança curvas de temperatura ideais;
Garante elevados padrões de qualidade, proporcionando competitividade nos mercados mais nobres;
Não apresenta restrições dos órgãos ambientais e melhora a qualidade do ar;
Não depende de desmatamento/reflorestamento;
Não há acúmulo no ambiente, por ser mais leve que o ar.

2.5 Gasoduto Brasil-Bolívia

O gasoduto tem 32 polegadas de diâmetro no trecho Rio Grande (Bolívia) até Campinas (SP), onde se divide em dois ramais de 24 polegadas. O primeiro tramo vai até Guararema (SP) onde se conecta ao sistema de gasodutos existente na Região Sudeste; o segundo segue até Araucária no Paraná. De Araucária até alcançar Porto Alegre (RS) o diâmetro vai se reduzindo até chegar a 16 polegadas.

O gasoduto terá 16 estações de compressão, das quais quatro na Bolívia (Izozog, Chiquitos, Roboré, Yacuses) e 12 no Brasil (Albuquerque, Guaicurus, Anastácio, Campo Grande, Mimoso, Rio Verde, Mirandópolis, Penápolis, Ibatinga, São Carlos, Araucária e Biguaçu). Essas estações serão instaladas, gradativamente, na medida em que se aumente o volume de gás transportado. Atualmente, o transporte está limitado a 17 milhões de m³/dia. Quando todas as estações forem instaladas a capacidade máxima do Gasoduto Bolívia-Brasil atingirá 30 milhões de m³/dia.

3. METODOLOGIA

3.1 Considerações Gerais

Este capítulo apresenta a metodologia desenvolvida para "Avaliar a viabilidade do uso do gás natural em sistema de cogeração em uma indústria de refrigerante".

Para alcançar os objetivos propostos, foi empregado, no presente trabalho, o método de pesquisa de natureza quantitativa e bibliográfica.

Segundo Lima (2004) a pesquisa bibliográfica é a atividade de localização e consulta de fontes diversas de informação escrita orientada pelo objetivo explícito de coletar materiais mais genéricos ou mais específicos a respeito de um tema, que no caso deste projeto aplicativo, é o "estudo de viabilidade do uso do gás natural em um sistema de cogeração de energia para a fábrica da Coca-Cola em Curitiba".

Cada projeto de cogeração é diferente dos demais e envolve uma seqüência de passos até que fique assegurada sua viabilidade e a escolha da melhor solução.

No desenvolver deste projeto deverão ser considerados diversos aspectos ambientais, mercado, demanda populacional, fatores políticos governamentais. Além destes, aspectos locais da fábrica de Coca-Cola de Curitiba, tais como: Localização do ponto mais próximo de fornecimento de gás, utilização dos gás para geração de frio, calor, vapor.

A seguir são descritas as etapas do processo de elaboração desta análise:

3.2 Definição do local

envolvido para ser instalado na cidade de Curitiba devido à disponibilidade de gás natural neste local.

3.3 Levantamento de dados

A coleta de dados internos está sendo realizada por meio de consulta ao banco de dados do sistema SAP R/3. Este gráfico demonstra a evolução do custo anual, em R\$, de óleo BPF utilizado nas caldeiras da fábrica de Curitiba.

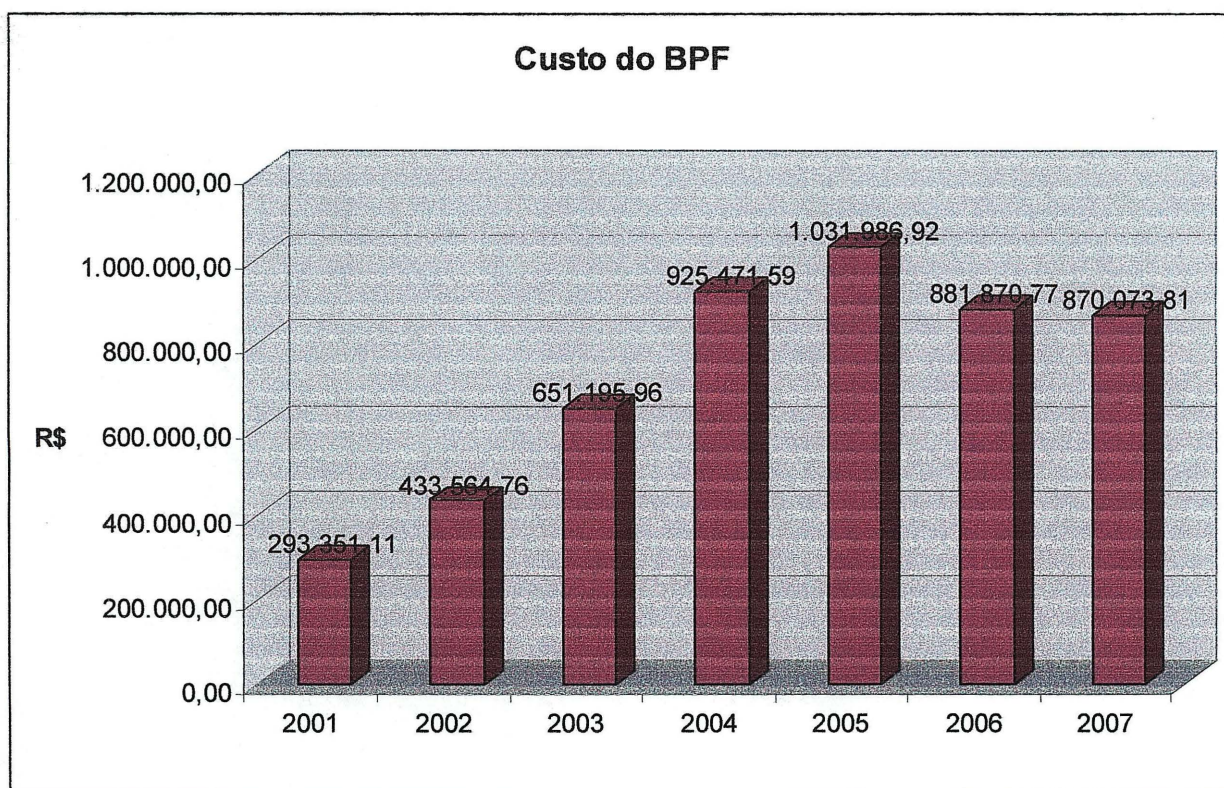


Gráfico 1. Montante gasto com óleo BPF ao longo dos anos
Fonte: O Autor

3.4 Estudo e definição da solução

Após avaliação técnica, comercial e operacional das propostas enviada pelos fornecedor, conforme consta no Anexo 1 Estudo Spaipa Cogeração, optamos por um sistema de cogeração com motor a gás natural com caldeira de recuperação em relação ao mesmo sistema utilizando-se turbina devido aos seguintes aspectos, conforme constam nos estudos do anexo (Turbina e Motor). Sistemas que utilizam motor possuem maior diversidade de potenciais e se adequam mais às características do projeto. A tecnologia empregada nas centrais com motores é mais amigável e de domínio do pessoal de operação e manutenção.

3.5 Descrição da Central de Cogeração com Motor a Gás Natural e Caldeira de Recuperação.

3.5.1 Valores Nominais:

- Geração de Energia Elétrica: 1.356 kW / 1.695kVA
- Produção de Frio: 0 TRs
- Produção de Vapor: 3.000 kg/h
- Regime de Operação: 8290 horas/ano

3.5.2 Qualidade da Energia Fornecida

Os equipamentos da Central de Cogeração são concebidos para atender regimes de funcionamento contínuo, com excelente qualidade da energia gerada o que significa estabilidade de tensão, frequência e continuidade de fornecimento.

3.5.3 Motor a Gás Natural

É responsável pela utilização do gás natural como fonte primária de energia para acionar um gerador elétrico.

Os gases quentes resultantes da combustão serão entregues a uma Caldeira de Recuperação, produzindo assim vapor saturado a 6,0 bar, utilizado nos processos.

A água de arrefecimento do motor será usada em um trocador de calor para aquecer água que servirá de fonte quente para um outro processo industrial.

No seu funcionamento, o conjunto cilindro-pistão e o mecanismo biela-manivela são seus componentes essenciais.

Na câmara de combustão, formada pelo cabeçote e pistão, e nas proximidades do ponto morto superior (PMS) ocorre a combustão e em seguida a expansão dos gases, transmitindo assim energia para acionar o pistão até o ponto morto inferior (PMI).

O movimento alternativo do pistão é transformado em rotativo pelo mecanismo biela-manivela, acionando a carga.

Para este projeto as especificações técnicas do motor utilizado para a altitude da cidade de Curitiba são as seguintes:

- Potência nominal: 1356 KW
- Gás Natural: 100%
- Consumo Específico: 0,29 m³/Kwe
- Eficiência Elétrica: 35,0 %
- Temperatura dos Gases de Exaustão: 523 °C

3.5.4 Gerador Elétrico Síncrono

É a máquina responsável pela conversão eletromecânica da energia, ou seja, transforma energia mecânica em elétrica. Seu sistema de excitação é responsável por regular a tensão gerada e a velocidade com que ele é acionado é responsável pela frequência desta tensão. Com isso, a potência por ele fornecida nos bornes está relacionada ao bom controle desses dois parâmetros. Sua refrigeração é a ar e ou água.

Os dados técnicos para este projeto são de um Gerador síncrono trifásico:

1.695Kva / 1800 rpm / 13,8 KV

3.5.5 Caldeira de Recuperação

É responsável pela produção de vapor a partir dos gases de exaustão do motor.

A Caldeira produzirá vapor adequado ao processo.

O vapor gerado também servirá como fonte quente para produção de frio em um chiller de absorção.

Para este projeto os dados técnicos são os seguintes:

- Produção máxima de vapor: 3.000 Kg/h
- Temperatura da água de alimentação: 95°C
- Temperatura do vapor: Saturado
- Pressão de operação: 6 bar (a)
- Combustível: Gases de exaustão dos motores
- Temperatura dos gases: 523°C

Obs.: A Caldeira será preparada para Pós Queima de Gás Natural, ou seja, uma queima suplementar de GN, para atender a prováveis picos de processo e em função das características da Caldeira ofertada, essa produção de vapor poderá chegar a até 3,0 t/h de vapor.

3.5.6 Caldeira Stand-By

É o equipamento responsável pela produção de vapor, a partir do combustível (gás natural), na pressão, temperatura e vazão adequadas aos chiller de absorção de vapor, fornecendo todo vapor e água quente necessária ao sistema de absorção, numa eventual manutenção dos motores.

3.5.7 Sistema Eletromecânico

O sistema eletromecânico será constituído de um conjunto de equipamentos e painéis responsáveis pelo comando, controle, proteção e distribuição de toda energia gerada:

Será composto basicamente por:

Painéis de comando, proteção e disjunção para geradores:

- Potência nominal - 1.356kW / 1.695 Kva
- Tensão nominal - 13.800V

Mesas de comando e instrumentação de todo o sistema elétrico, chillers e caldeira;

Painel de proteção, para acoplamento da concessionária com o gerador;

Painéis de força em média tensão (interligação c/ sistema de média tensão);

Centro de controle de motor, para acionamento dos motores auxiliares da central;

Sistemas de corrente contínua composta por: banco de baterias, retificador (carregador flutuador) e subcentro de distribuição em corrente contínua;

Subcentro de distribuição em 110Vac, para serviços auxiliares da central térmica;

Transformadores de força (acoplamento elétrico e alimentação da central de cogeração);

Materiais eletromecânicos para interligações entre equipamentos da central, tais como:

- Cabos de força, comando, instrumentação e aterramento;
- Eletrodutos, eletrocalhas e respectivos acessórios;
- Terminações para cabos de energia;
- Tubulações de aço 1020, isolante térmico para tubulação de vapor, bombas, válvulas, flanges, curvas, reduções, medidores de vazão e demais periféricos.

Projeto Eletromecânico definindo os seguintes pontos:

- Memória de cálculo do dimensionamento dos equipamentos;
- Diagramas unifilares, de força e comando;
- Plantas de situação, Lay-out, planta baixa, cortes e detalhes de instalação;

3.5.8 Sistema de Refrigeração

Composto por torres de resfriamento para dissipação de calor de todas as fontes quentes associadas.

3.5.9 Desenho Esquemático do Sistema de Cogeração

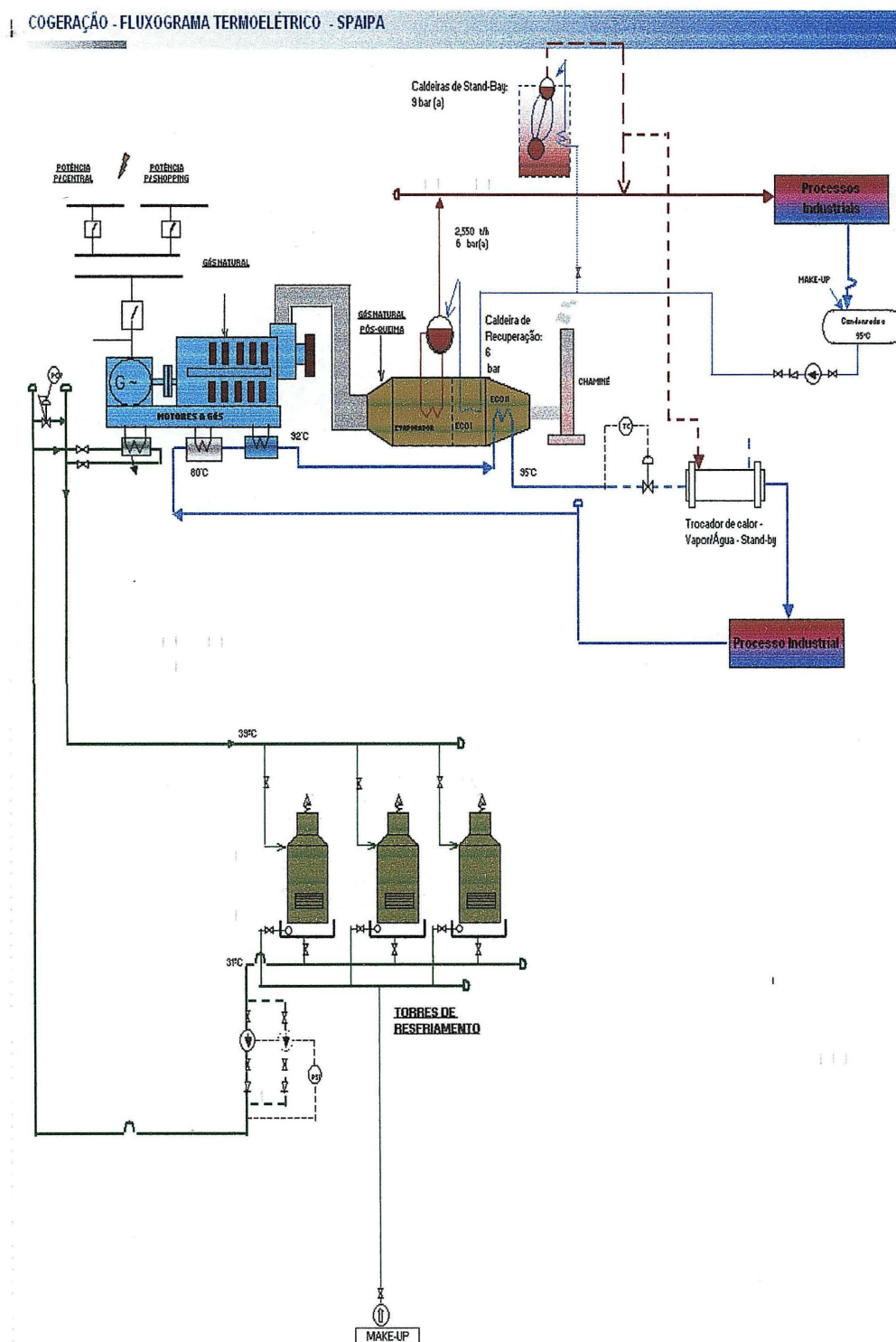


Figura 4. Desenho Esquemático do Sistema de Cogeração
Fonte: Koblitz Sistemas de Energia

3.6 Memorial de Calculo

Para os cálculos de ganhos, receitas e investimentos do projeto utilizamos os dados da proposta da empresa KOBLITZ que se encontra no anexo 01.

3.7 Avaliação de custos provenientes da Central de Cogeração

- Consumo de gás natural no motor: 368,1 m³/h → 3.051.549 m³/ano
- Consumo gás natural caldeira recuperação: 35,8 m³/h → 296.782 m³/ano
- Regime de operação: 8.290 horas por ano Custo do gás natural: 1,03 R\$/m³
 - Custo anual com gás: R\$ 3.448.780,93
 - Custo anual de manutenção: R\$ 149.508,00
 - Custo de operação: foi desconsiderado para análise, pois será utilizada estrutura atual de operação.

3.8 Avaliação das receitas provenientes da central de cogeração

- Energia elétrica líquida fornecida: 10.145 Mwh/ano
- Custo do Mwh : R\$ 191,00
- Custo anual evitado com energia elétrica: R\$ 1.937.695,00
- Custo anual evitado com óleo BPF: R\$ 870.073,81

3.9 Investimentos

- Valor total planta cogeração instalada... R\$ 3.803.580,00
- Investimento em obra civil (300m²):.....R\$ 400.000,00

3.10 Estudo de viabilidade econômica

Na análise de viabilidade econômica serão comparados os custos operacionais atuais de óleo BPF, energia elétrica, e outros, com as alternativas de cogeração a partir do gás natural.

Para este estudo foram considerados tanto fatores econômicos quanto operacionais:

Fatores econômicos => para possibilitar uma análise técnico-econômico detalhada e confiável foram realizados os levantamentos das cargas elétricas e térmicas o mais fielmente possível, uma vez que a simulação deve analisar de forma dinâmica fatores tais como as diferentes formas de tarifação de energia elétrica, a sazonalidade das cargas elétricas e térmicas e o desempenho dos equipamentos que compõem cada alternativa, inclusive em carga parcial.

Os fatores de custo inicial considerados incluem o Custo do Capital e Investimento, isto é, o custo inicial do sistema de cogeração, incluindo os elementos auxiliares, tais como caldeiras, trocadores de calor, unidades de absorção, bombas, controladores, etc; Dedução do valor do custo inicial dos equipamentos substituídos pelo sistema de cogeração (caldeira convencional)

Redução de custos de custos correlatos, tais como, os derivados da redução de tamanho da subestação elétrica, cabos, chaves;

Análise dos custos de energia elétrica e térmica no sistema convencional e no de cogeração, incluindo-se todos os produtos gerados pelo sistema de cogeração (vapor, água quente, água gelada, frio).

Valor de manutenção e operação (pessoal, materiais) para as duas alternativas.

Fatores operacionais => Uma vez realizado o levantamento dos perfis de consumo sazonal, a escolha do sistema mais apropriado não foi dimensionado para a carga máxima de energia elétrica requerida. A razão disto é sempre tentar que o sistema de cogeração opere "base-load", isto é, que opere sempre no máximo de carregamento elétrico e térmico, operando como sistema básico, com uma carga estável durante todo o dia.

3.11 Resultados

Analisando-se as receitas e custos do projeto, a saber: Receitas R\$ 2.807.768,81; Custos R\$ 3.598.288,93. Podermos verificar que o projeto é economicamente inviável, pois o fluxo de caixa será negativo ao longo dos anos, conforme Anexo 2 Viabilidade Cogeração Spaipa.

4. CONCLUSÃO

Há de se considerar nesta decisão de investimento alguns pontos importantes, tais como **Racionamento de energia elétrica:** no Brasil cerca de 80% da energia é proveniente de Centrais Hidrelétricas sendo que períodos longos de estiagem podem diminuir significativamente a capacidade de geração das mesmas. A possibilidade de produzir sua própria energia elétrica e outras utilidades dentre elas vapor e frio, de uma forma eficiente e confiável poderá ser um fator determinante e de diferenciação para os próximos anos para as empresas de todos os setores.

A instalação de uma planta de cogeração pode significar a diminuição da dependência em relação à concessionária de energia sendo extremamente estratégico nestes momentos. **Aspectos Socio-Ambientais:** a implementação de um sistema de cogeração seria uma forma limpa, eficiente e responsável de gerar energia elétrica, vapor e frio trazendo benefícios ao meio ambiente e à comunidade, pois não teríamos a emissão de poluentes nas chaminés das caldeiras, resultante da queima de óleo BPF.

Embora temos os aspectos positivos citados acima na implantação da planta de cogeração, não recomendamos este investimento devido à grande diferença (R\$ 790.520,12) em valor negativo mensalmente no fluxo de caixa da companhia. Esta diferença é o resultado direto das tarifas praticadas no momento pelas concessionárias Comgás (GN) e Copel (Energia Elétrica). Temos que lembrar que ambas tarifas são regulamentadas pelo Governo Federal. É importante salientar também que há uma instabilidade grande no preço do GN devido à parcela grande

importada da Bolívia, país este, que tem muitos conflitos internos gerados por instabilidade política.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANP (Agência Nacional do Petróleo). **Indústria brasileira de gás natural: regulação atual e desafios futuros**. Rio de Janeiro, 2001 (Série ANP, 2). Disponível em: http://www.anp.gov.br/gas/gas_boletimmensal.asp

Bermann, C. **Energia no Brasil; para quê? Para quem? Crise e alternativas para um país sustentável**. São Paulo: Editora livraria da Física: FASE, 2001

BRAGA, Benedito et al. **Introdução À Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **P+L Casos de Sucesso**. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Ambiente/producao_limpa/casos.asp Acesso em: 01/08/2006.

Lima, Manolita Correia, **Monografia: a engenharia da produção acadêmica**. São Paulo: Saraiva 2004.

SILVA, Enio Peres, **Fontes renováveis de energia para o desenvolvimento sustentável**. Disponível em: <http://www.comciencia.br/reportagens/2004/12/15.shtml>. Acesso em: Agosto 2006.

Sites consultados na Internet

<http://www.comgas.com>.

<http://www.gasmig.com>

<http://www.gasenergia.com.br>

<http://www.cogeracao.com>

<http://www.eficienciaenergetica.org.br>

<http://www.energynews.efei.br>

<http://www.inee.org.br> >

<http://www.petrobras.com.br> / >

<http://www.quascor.com> / >


<http://www.exame.com.br/>

<http://www.mme.gov.br/>

<http://www.revistaelo.com.br/> >

http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004/World_Population_2004_chart.pdf>

Anexo 1 - Estudo Spaipa Cogeração

			
Local/Data: Curitiba, 30 de maio de 2008			
Cliente: Spaipa		A/C: Jansen Xavier	
Referência KOBLOITZ Estudo Preliminar de Cogeração .		Referência Cliente: Estudo Preliminar para instalação de uma Central de Cogeração.	
<p>Apresentamos o seguinte Estudo Preliminar de Viabilidade Técnica e Econômica, composto da relação de investimento e condições de operação, para a implantação de uma Central de Cogeração com MOTOR A GÁS NATURAL E CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO.</p>			
<p>A Central de Cogeração terá os seguintes valores nominais:</p>			
Energia Elétrica:	1.356 kWe /	1.695kVA	
Produção de Frio:	0 TRs		
Produção de Vapor:	3.000 kg/h		
<p>Permanecemos ao inteiro dispor para qualquer informação adicional, eventualmente desejada, e na oportunidade firmamo-nos,</p>			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><p>Paulo Steidel</p><p>fone: (41) 3247-8090</p><p>fax:</p><p>cel: (41) 9946-0330</p><p>email: paulo.steidel@kobloitz.com.br</p></div>			
<p>Atenciosamente,</p>			
<p>Romero Rego Diretoria Comercial</p>		<p>Jorge Rogério Elias Gerente de Vendas - São Paulo</p>	

I INTRODUÇÃO

A KOBLITZ é uma empresa líder no mercado brasileiro atuando há mais de 30 anos em projetos e implantações de sistemas de energia tais como Centrais Termelétricas, Centrais Hidrelétricas, Automação industrial, Subestações e Instalações Industriais. A KOBLITZ tem participação em mais de 270 projetos implantados por todo o Brasil, correspondendo 1.800.000 de kW elétricos instalados.

Nos últimos anos as empresas vêm adotando em escala ascendente Sistemas de Geração distribuída, visando a Redução de Custos, Eficiência Industrial e Garantia Contratual de Resultados (Potência Instalada, Preços e Benefícios).

Este Estudo Preliminar visa demonstrar as características técnicas e econômicas para implantação de uma

Central Termelétrica, com motor de combustão interna à gás natural e caldeira de recuperação.

O estudo atenderá um regime de operação de 8.290 h/ano.

VANTAGENS DA IMPLANTAÇÃO DE UMA CENTRAL DE COGERAÇÃO

1 - PREÇO DA ENERGIA GERADA

Toda energia elétrica consumida na Spaipa é proveniente da rede de distribuição de energia da Concessionária Local. O custo desta energia é de U\$ 112,35/MWh, sendo este valor crescente conforme os reajustes praticados na tarifa de energia.

Ressaltamos o fato de que o preço da energia elétrica no Brasil está atualmente muito aquém das médias dos preços praticados internacionalmente, enquanto que o preço atual do gás natural no Brasil está na média internacional. Este quadro favorecerá a utilização do gás natural, como fonte primária de energia, para projetos de médio ou longo prazo.

2 - QUALIDADE DA ENERGIA FORNECIDA

Os equipamentos da Central de Cogeração proposta são concebidos para atender regimes de funcionamento contínuo, com excelente qualidade da energia gerada (estabilidade de tensão, frequência e continuidade de fornecimento.)

II - DESCRIÇÃO DO SISTEMA TERMELÉTRICO

1) MOTOR A GÁS NATURAL

É responsável pela utilização do gás natural como fonte primária de energia para acionar um gerador elétrico. Os gases quentes resultantes da combustão serão entregues a uma Caldeira de Recuperação, produzindo assim vapor saturado a 6,0 bar, utilizado nos processos. A água de arrefecimento do motor será usada em um trocador de calor para aquecer água que servirá de fonte quente para um outro processo industrial. No seu funcionamento, o Conjunto cilindro-pistão e o mecanismo biela-manivela são seus componentes essenciais. Na câmara de combustão, formada pelo cabeçote e pistão, e nas proximidades do ponto morto superior (PMS) ocorre a combustão e em seguida a expansão dos gases, transmitindo assim energia para acionar o pistão até o ponto morto inferior (PMI). O movimento alternativo do pistão é transformado em rotativo pelo mecanismo biela-manivela, acionando a carga. Os motores serão fornecidos com todos os seus periféricos, tais como: sistema de refrigeração, conjunto ferramental, plano de manutenção, etc.

2) GERADOR ELÉTRICO SÍNCRONO

É a máquina responsável pela conversão eletromecânica da energia, ou seja, transforma energia mecânica em elétrica. Seu sistema de excitação é responsável por regular a tensão gerada e a velocidade com que ele é acionado é responsável pela frequência desta tensão. Com isso, a potência por ele fornecida nos bornes está relacionada ao bom controle desses dois parâmetros. Sua refrigeração é a ar/água. O Gerador será fornecido com todos os seus periféricos, tais como: Sistema de refrigeração, sistema de desumidificação, excitatriz brush-less, etc.

3) CALDEIRA DE RECUPERAÇÃO

É responsável pela produção de vapor a partir dos gases de exaustão do motor. A Caldeira produzirá vapor adequado ao processo. O vapor gerado também servirá como fonte quente para produção de frio em um chiller de absorção. A Caldeira será fornecida com seus periféricos, tais como: Economizador, tubulações de vapor, sistema de alimentação, instrumentação, etc.

4) SISTEMA ELETROMECHANICO

O sistema eletromecânico será constituído de um conjunto de equipamentos e painéis responsáveis pelo comando, controle, proteção e distribuição de toda energia gerada: Será composto basicamente por:

- Painéis de comando, proteção e disjunção para geradores
- | | | | |
|-------------------|----------|---|----------|
| Potência nominal: | 1.356kW | / | 1.695kVA |
| Tensão nominal: | 13.800 V | | |
- Mesas de comando e instrumentação de todo o sistema elétrico, chillers e caldeira;
 - Pannel de proteção, para acoplamento da concessionária com o gerador;
 - Painéis de força em média tensão (interligação c/ sistema de média tensão)
 - Centro de controle de motor, para acionamento dos motores auxiliares da central;
 - Sistemas de corrente contínua composto por : banco de baterias, retificador (carregador flutuador) e subcentro de distribuição em corrente contínua;
 - Subcentro de distribuição em 110Vac, para serviços auxiliares da central térmica.

III - RELAÇÃO DE INVESTIMENTOS

1) Produção de Energia

1.) 01 (um) conjunto de Geração de energia elétrica, motogerador a gás, constituído de:

1.1) 01 (um) Motor com todos os seus pertences .

PERFORMANCE BÁSICA DOS MOTORES A GÁS EM CONDIÇÕES LOCAIS:

Potência nominal (cada motor):	1.356kW
Gás natural:	100%
Consumo específico	0,29 m3/kWe
Eficiência elétrica:	35,0%
Temperatura dos gases de exaustão:	523 °C

1.2) 01 (um) Gerador síncrono trifásico: 1.695kVA 1.800 rpm
13,80 kV

1.3) Mão-de-obra necessária para projeto; instalações; comissionamento; start-up; e operação assistida por um período de quinze dias.

2) Produção de Vapor

2.1) 01 (uma) Caldeira de Recuperação com by pass, acoplada aos motores, com todos os seus pertences, todos os materiais de interligação, inclusive mão-de-obra necessária para projeto; instalações; comissionamento; start-up; e operação assistida por um período de 15 dias.

Produção máxima de vapor: 3.000 kg/h
Temperatura da água de alimentação: 95 °C
Temperatura do vapor: SATURADO
Pressão de operação: 6 bar(a)
Combustível: Gases de exaustão dos motores
Temperatura dos gases: 523 °C

Obs.: A Caldeira será preparada para Pós Queima de Gás Natural, ou seja, uma queima suplementar de GN, para atender a prováveis picos de processo e em função das características da Caldeira ofertada, essa produção de vapor poderá chegar a até 3,0 t/h de vapor. Consideraremos que uma Caldeira existente ficará como complemento na produção de vapor para eventuais picos de vapor (e stand-by).

3) Produção de frio

3.1) - Torres de resfriamento, para dissipação de calor de todos as fontes quentes associadas.

4) Materiais e mão-de-obra para instalações eletromecânicas

4.1) Sistema elétrico, composto por painéis elétricos de baixa e média tensão, transformadores de força, sistema supervisorio, etc.

4.2) Sistema mecânico, constituído de todo o complexo de tubulações de gases, estruturas metálicas, suportes mecânicos, válvulas e etc.

4.3) Projeto elétrico e mecânico de toda a Central de Cogeração;

4.4) Todos os materiais de interligação, elétrica e mecânica; mão-de-obra necessária para montagem; comissionamento; start-up; e operação assistida por um período de 15 dias;

4.5) Regularização e entrada de documentação na ANEEL e Concessionária Local.

5) Construção Civil



Combustível:	Gás natural
PCI:	8.600 Kcal/m3
Consumo médio no motor:	368,1 m3/h
Consumo médio na pós-queima:	35,8 m3/h
Consumo médio total:	403,9
Disponibilidade:	100%
Preço de compra do gás natural:	US\$ 0,6084/m3



V - MEMÓRIA DE CÁLCULO

1. Custo Total da Instalação

O custo total de instalação (s/ obra civil): **US\$ 2.237.400,00/kW**

2. Fator de Utilização / capacidade

O regime de operação dos motores será de: 8.290 h/ano
Correspondendo a uma utilização do ano de: 95%

A central terá uma potência nominal de : 1.356 kW
Numero de motores em funcionamento: 1
Gerará uma potência média de: 1.288 kW
correspondendo um fator de capacidade de: 95%

3. Custos evitados com a Central de Cogeração

3.1. Produção e custo evitado com Energia Elétrica:

A central irá gerar em média: 1.288kW x 8.290 h = 10.679MWh/ano
Energia para parasitas: 534MWh/ano
A energia elétrica líquida fornecida para a Spaipa será de: 10.145MWh/ano
Déficit de energia comprado da Concessionária: 6.103MWh/ano
A energia elétrica total consumida pelo Hospital será de: 16.248MWh/ano
A receita com energia elétrica evitada é de:

10.145 MWh/ano x US\$ 112,35/MWh = **US\$ 1.139.845,20/ano**

3.2. Receita com Produção de Vapor

A central de cogeração irá produzir vapor, através de uma caldeira de recuperação. Atualmente a Spaipa produz utilizando o óleo BPF, sendo assim iremos considerar uma receita com produção de vapor de:

Consideraremos como receita todo o gasto mensal com óleo BPF, teremos:

Gasto com óleo BPF: R\$ 870.073,81/ano (informado pelo cliente)

Receita com combustível: **US\$ 511.808,12/MWh**

Custos Totais evitados US\$ 1.651.653,33/ano



4. Despesas provenientes da Central de Cogeração

4.1. Consumo de Gás Natural

Os motores, gerando em demanda média durante, consumirão:

368,1 m3/h

Que acarretará um consumo anual de:

3.051.194 m3/ano

O preço do gás natural comprado será de:

US\$ 0,6084 /m3

Sua utilização acarretará um custo equivalente a:

$$3.051.194 \text{ m3/ano} \times \text{US\$ } 0,6084/\text{m3} = \text{US\$ } 1.856.382,15/\text{ano}$$

Parte do consumo de vapor de processo (média de 2,55 t/h) será substituído por água quente (0,72 tv/h), enquanto que outra parcela do vapor será produzida na caldeira de recuperação (1,83 tv/h) com os gases quentes provenientes do motor. O restante do vapor (0,49 tv/h) terá que ser produzido na pós-queima de gás natural (caldeira de recuperação).

O consumo médio de gás natural na pós-queima será de:

35,8 m3/h

Que acarretará um consumo anual de:

296.869 m3/ano

O custo anual será de:

$$296.869 \text{ m3/ano} \times \text{US\$ } 0,6084/\text{m3} = \text{US\$ } 180.618,69/\text{ano}$$

4.2. Custo de Manutenção

Durante a vida útil da central, consideramos o custo médio de manutenção para a cogeração :

$$10.679 \text{ MWh/ano} \times \text{US\$ } 8,24/\text{MWh} = \text{US\$ } 87.946,17/\text{ano}$$

US\$ 87.946,17/ano

4.3. Custo de Pessoal para Operação

Será necessário a contratação de pessoal para operar a Central:

Número de turnos:

5 Turnos

Número de operadores por turno:

1 Operador

Salário médio mensal por operador:

US\$ 1.000,00

Um Supervisor, salário e encargos:

US\$ 2.941,18

Obs.: Esse custo deverá ser analisado futuramente, com um maior detalhamento.

Custo anual com pessoal para operação da central =

US\$ 103.235,29/ano

Custo Total com O&M

US\$ 2.228.182,31/ano

